BRUNO FASSI ANNA FONTANA

RICERCHE SULLE MICORRIZE ECTOTROFICHE DEL PINO STROBO IN VIVAIO

II. Micorrize di « Thelephora terrestris » Ehrh. ex Fries, di « Laccaria laccata » (Scop.) Berk. et Br. e di « Hebeloma mesophaeum » Pers. ex Fries

RESEARCHES ON ECTOTROPHIC MYCORRHIZAE OF « PINUS STROBUS » IN NURSERIES

II. Mycorrhizae of *Thelephora terrestris* Ehrh. ex Fries, of *Laccaria laccata* (Scop.) Berk. et Br. and of *Hebeloma mesophaeum* Pers. ex Fries

Summary

In this second contribution the authors describe and illustrate three forms of ectotrophic mycorrhizae largely widespread on *Pinus Strobus* (eastern white pine) in some Piedmont nurseries.

The symbiotic fungal species are *Thelephora terrestris*, *Laccaria laccata* and *Hebeloma mesophaeum*; it has always been possible to demonstrate a direct mycelial connection between sporophores of these fungi and the pine roots.

The mycorrhizae of *Thelephora terrestris* are hairy, gray, and have a plectenchimatic mycochlaena; they are characterized by the presence of flexuous hairs of various lengths, endowed with clamp connections.

The mycorrhizae of *Laccaria laccata* are pubescent, white, and their mycochlaena is pseudoparenchimatic in its internal part, and externally plectenchimatic; the peripheral hyphae have clamp connections and elbow-like protrusions.

Finally, the mycorrhizae of *Hebeloma mesophaeum* are flocky, white, and with plectenchimatic mycochlaena: their characters are similar to those previously found by the authors for mycorrhizae of other species of *Hebeloma* on pine, willow and poplar.

Abbiamo proseguito le nostre indagini sulle micorrize di *Pinus Strobus* e di altre conifere in vivaio con il metodo dell'osservazione diretta, preconizzato da PEYRONEL (1920) e da noi precedentemente descritto ed applicato (FASSI e DE VECCHI, 1962; FONTANA, 1961 e 1963; FASSI, 1965).

Lavoro eseguito nella Sezione I del Centro di Studio per la Micologia del Terreno del C.N.R., diretta dal prof. Arturo Ceruti e nell'Istituto Nazionale per Piante da Legno « Giacomo Piccarolo » di Torino.

Nel corso di questo ulteriore studio, siamo riusciti ad individuare altre specie fungine formanti con le conifere in vivaio micorrize ectotrofiche.

Thelephora terrestris Ehrh. ex Fries

Sul terreno il fungo simbionte è ben visibile già nel mese di ottobre, dato che fruttifica abbondantemente nei vivai di pino strobo. Lo stroma fertile avvolge la base del pino stesso, ed egualmente gli steli secchi o ancora vivi di piante erbacee che crescono negli interfilari. Inoltre gli stromi ed il micelio avvolgono l'abbondante lettiera di aghi di pino.

Il collegamento tra le fruttificazioni fungine e le radichette di pino può essere stabilito già in sito, dato che si possono seguire ad occhio nudo i cordoni di *Thelephora*, i quali partono numerosi dagli sporofori e raggiungono le radici dei pini. Sulle radici lunghe i cordoni aderiscono saldamente e si diramano fino a raggiungere le radici brevi sulle quali si sviluppa la micoclena.

Le micorrize nell'insieme sono di color grigiastro, disposte in grappoletti, formati dalle solite ramificazioni dicotomiche.
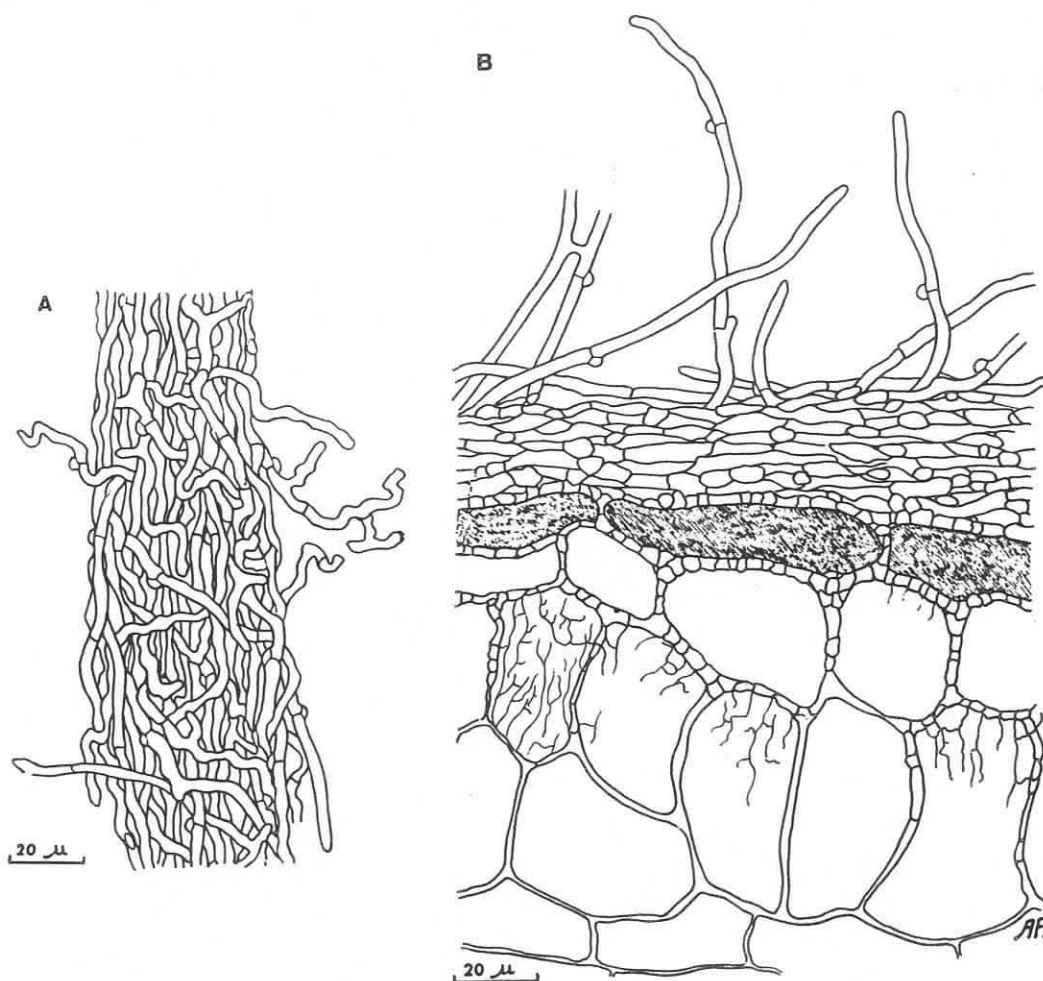
Fig. 1 - *A*. Particolare di cordone miceliare di *Thelephora terrestris* prelevato alla base di una micorriza.
B. Micorrize villose formate da *Thelephora terrestris*: particolare di sezione longitudinale.

Al binoculare le micorrize appaiono villose e sono ben visibili i cordoncini, di colore variabile tra il grigio ed il giallo paglierino, che partono dalla micoclena.

All'esame microscopico l'aspetto di questi cordoni è caratteristico. Essi sono formati nella parte profonda da fasci di ife che conservano la loro individualità, pur essendo strettamente unite le une alle altre; le ife superficiali hanno invece un andamento assai sinuoso, sicchè rendono i cordoni riconoscibili dagli altri cordoni o filamenti miceliari eventualmente esistenti nel terreno circostante. Sui cordoni appaiono a tratti ife fibulate di lunghezza variabile, quali si riscontrano sulla superficie delle micorrize (fig. 1A).

La micoclena ha spessore variabile da 10 a 35 μ, struttura plectenchimatica, compatta internamente e lassa in superficie. Da questa si irradiano ife ialine settate e peli con parete di color paglierino, con setti fibulati, flessuosi, con diametro di 3 μ circa e con apice arrotondato, la cui lunghezza è assai variabile (fig. 1B).

Le ife che dalla micoclena penetrano fra le cellule radicali, formandovi il reticolo di Hartig, avvolgono il primo strato di cellule di color bruno chiaro ed il secondo e terzo strato di cellule ialine.

Le micorrize di questo fungo hanno, come abbiamo già detto, un aspetto villoso e la struttura della loro micoclena corrisponde al genere *Ca* di Dominik.

Le micorrize di *Thelephora terrestris* sono state segnalate su pini solo recentemente, benchè fin dal 1921 WEIR avesse constatato la presenza del fungo nei vivai di conifere come saprofita sui tessuti morti delle piante.

DOMINIK nel 1961 segnala *Thelephora laciniata* Pers.[1], quale simbionte di pino silvestre (da TRAPPE, 1962) e nel 1963 ZAK e BRYAN isolano il micelio di *Thelephora terrestris* dalle radici micorrizate di pini in vivai (da HACSKAYLO, 1965). Quest'ultimo autore inoltre conferma la simbiosi micorrizica tra *Thelephora terrestris* e *Pinus virginiana* in vivaio.

Sempre per il Nord America più recentemente SCHRAMM (1966), descrive ed illustra minutamente i nessi miceliari tra le fruttificazioni di *Thelephora terrestris* e le radici micorrizate di *Pinus virginiana* e di *Pinus rigida*. Le descrizioni particolareggiate di questo autore e le sue chiare microfotografie ci permettono di concludere che si tratta sicuramente dello stesso fungo da noi osservato.

Durante un recente viaggio nel Wisconsin (U.S.A.), Fassi ha avuto occasione di osservare la stessa forma di micorrize dovute a *Thelephora* su semenzali di *Pinus Strobus* e di *Pinus resinosa*.

La *Thelephora terrestris* si sviluppa nei nostri vivai quando le piante hanno completamente coperto il terreno con le loro fronde. Così nei semenzali fu osservata solo occasionalmente ed al terzo anno, quando ormai essi sono molto sviluppati e fitti, e creano un ambiente aduggiato, poco areato e con un certo accumulo di aghi morti. Nei trapianti il fungo si sviluppa abbondantemente solo al terzo anno sotto le chiome serrate dei pini e si associa all'*Amphinema byssoi-*

---

[1] *Thelephora laciniata* Pers. è sinonimo di *T. terrestris* Ehrh. ex Fries.

des (Pers. ex Fries) J. Erikss. nella colonizzazione dell'abbondante lettiera di aghi di pino e di graminacee morte.

Abbiamo constatato dunque che questo fungo, come l'*Amphinema byssoides*, di cui trattammo nel precedente studio (FASSI e DE VECCHI, 1962), si sviluppa principalmente nello strato A_{00} del terreno dove, da un lato partecipa alla disgregazione del materiale organico grezzo, la lettiera, e dall'altro contrae rapporti simbiotici con le radichette dei pini che si sviluppano superficialmente. Avevamo già segnalato tali specializzazioni nella demolizione della lettiera da parte di particolari funghi micorrizici in formazioni forestali naturali, quali le foreste sempre verdi di *Gilbertiodendron Dewevrei* (FASSI, 1963).

Laccaria laccata (Scop.) Berk. et Br.

La *Laccaria laccata* fruttifica abbondantemente nei vivai di piante forestali ed è oltremodo facile prelevare micorrize di questo fungo in corrispondenza dei corpi fruttiferi. Dalla base di questi non si dipartono cordoni miceliari, bensì un abbondante capillizio bianco che permea completamente il terreno circostante e raggiunge le micorrize. Queste appaiono avvolte da un micelio bianco, strettamente legato al terreno. Tali micorrize, dopo accurato lavaggio con acqua, osservate al binoculare, rivelano un rivestimento bianco pubescente che contrasta col fondo scuro della radichetta.
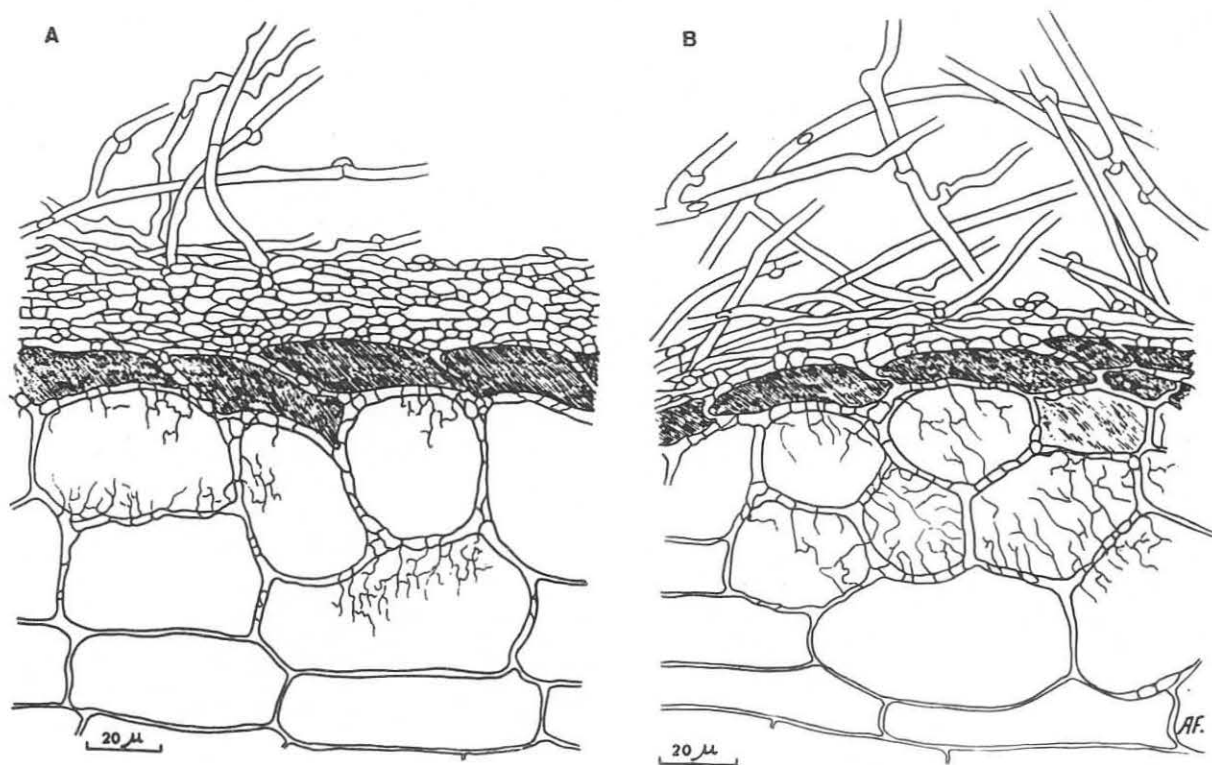
Fig. 2 - Particolari di sezioni longitudinali di micorrize prodotte da *Laccaria laccata* (*A*) e di micorrize fioccose prodotte da *Hebeloma mesophaeum* (*B*).

All'esame microscopico le ife di questo rivestimento sono ialine tendenti al giallo paglierino, a decorso tortuoso, di 2,5-3 μ di diametro, con fibule bene evidenti, ma soprattutto con caratteristiche sporgenze a gomito che le contraddistinguono. Le stesse ife si notano alla base dei corpi fruttiferi.

Tali ife si dipartono dalla micoclena sole o in gruppi isolati a formare piccoli intrecci miceliari e non mai veri e propri cordoni. La micoclena, di spessore variabile da 20 a 40 μ, è pseudoparenchimatica in profondità, mentre alla periferia presenta un intreccio plectenchimatico, che si continua con le ife libere che vanno nel terreno (fig. 2A). Le ife della micoclena penetrano tra le cellule epidermiche e corticali e formano un reticolo di Hartig ben evidente, che avvolge le cellule giallo-brune dell'epidermide e le cellule corticali dei due strati sottostanti di color giallo-bruno meno intenso.

Le micorrize di questa specie si possono riferire al genere *Ha* di Dominik. *Clitocybe* (=*Laccaria*) *laccata* fu isolata da ZAK e BRYAN (1963) da micorrize di pini cresciuti in vivaio. Questi autori in precedenza (1961) avevano già effettuato la sintesi micorrizica con questo fungo e le quattro specie di pini nord americani: *Pinus elliottii*, *P. taeda*, *P. echinata* e *P. palustris*.

TRAPPE (1962) segnala le micorrize di questo fungo su diverse specie di pini, ma egualmente su *Pseudotsuga menziesii* e su diverse latifoglie.

Anche in Svizzera HORAK (1963) segnala la *Laccaria laccata* come simbionte su conifere: *Picea*, *Larix* e *Pinus mugo*.

Le micorrize di *Laccaria laccata* si trovano già sui pini strobi in semenzaio e continuano a formarsi negli anni successivi dopo il trapianto. MEYER (1963) nota una particolare frequenza di micorrize di *Laccaria amethystina* sulle radici del faggio in corrispondenza di cumuli di foglie in fossi; noi abbiamo osservato che *Laccaria laccata* si trova un po' ovunque nei vivai, indipendentemente dall'accumulo di materia organica. Questo fungo micorriza, nei nostri vivai, anche *Pinus excelsa*.

Hebeloma mesophaeum Pers. ex Fr.[1].

Le micorrize di questo fungo sono ben visibili ad occhio nudo in quanto appaiono come grappoli fioccosi bianchi, avvolti da filacce miceliari dello stesso colore che trattengono molta terra aderente alle radici (fig. 3). La grande abbondanza di fruttificazioni di questo fungo, specie in autunno, ma anche in primavera ed estate, rende facile seguire le filacce miceliari dalla base degli sporofori alle radichette micorrizate.

Al microscopio, l'avvolgimento micelico che circonda le micorrize è fioccoso, formato di ife ialine o di color paglierino-avellaneo a seconda dell'età, intrec-

[1] Specie gentilmente determinata dal Prof. Arturo Ceruti.

Fig. 3 - Micorrize fioccose prodotte da *Hebeloma mesophaeum*.

ciate disordinatamente, per lo più ad andamento ondulato (ma anche lineare in alcune), provviste talvolta di ginocchiature, di incrostazioni e di anastomosi ad H, con ramificazioni semplici e numerose unioni a fibbia, con diametro variabile da 2 a 3,5 μ.

Questo avvolgimento micelico, in prossimità delle radici, diviene sempre più fitto fino a che le ife (caratterizzate da un diametro più costante, 2-2,5 μ, e da un andamento per lo più ondulato) intrecciandosi strettamente formano una vera e propria micoclena ialina, a struttura plectenchimatica, di spessore variabile da 13 a 25 μ. Le ife, che dalla micoclena penetrano fra le cellule radicali formando il reticolo di Hartig, avvolgono il primo strato di cellule di color bruno scuro, il secondo, il terzo e talvolta anche il quarto strato di cellule (fig. 2 B).

Micorrize di questa specie furono già segnalate su latifoglie da TRAPPE (1962), descritte da LUPPI MOSCA (1963) su *Betula alba* var. *pendula* e da RITTER (1964) su *Pinus silvestris*.

Le micorrize prodotte dalle varie specie del genere *Hebeloma* sono molto simili tra loro e appunto di aspetto fioccoso, come abbiamo già avuto occasione di osservare noi a proposito di *Hebeloma hiemale* sui pini (FASSI e DE VECCHI, 1962) e a proposito di *Hebeloma longicaudum* ed *H. hiemale* su pioppi e salici (FONTANA, 1961 e 1963).

Le micorrize di *Hebeloma* rientrano nel genere *Ca* di Dominik.

Quelle di *Hebeloma mesophaeum* sono abbondanti e molto generalizzate nei vivai di pini in Piemonte.

Bibliografia

Bryan, W. C., Zak, B., 1961 - Synthetic culture of mycorrhizae of southern pines. - *Forest Science*, **7**, 123.

Dominik, T., 1959 - Synopsis of a new classification of the ectotrophic mycorrhizae established on morphological and anatomical characteristics. - *Mycopathologia et Mycologia applicata*, **11**, 359.

Fassi, B., 1963 - Die Verteilung der ektotrophen Mykorrhizen in der Streu und in der oberen Bodenschicht der *Gilbertiodendron Dewevrei* (*Caesalpiniaceae*) - Wälder im Kongo. - *Mykorrhiza, Internationales Mykorrhizasymposium, Weimar 1960*, 297.

Fassi, B., 1965 - Micorrize ectotrofiche di *Pinus Strobus* L. prodotte da un'*Endogone* (*Endogone lactiflua* Berk.). - *Allionia*, **11**, 7.

Fassi, B., De Vecchi, E., 1962 - Ricerche sulle micorrize ectotrofiche del Pino strobo in vivaio. I. Descrizione di alcune forme più diffuse in Piemonte. - *Allionia*, **8**, 133.

Fontana, A., 1961 - Primo contributo allo studio delle micorrize dei pioppi in Piemonte. - *Allionia*, **7**, 87.

Fontana, A., 1963 - Simbiosi micorrizica di *Hebeloma hiemale* Bres. con un salice e con un pioppo. - *Allionia*, **9**, 113.

Hacskaylo, E., 1965 - *Thelephora terrestris* and mycorrhizae of Virginia pine. - *Forest Science*, **11**, 401.

Horak, E., 1963 - Pilzökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe (*Piceetum subalpinum* und *Rhodoreto-Vaccinietum*) der Rätischen Alpen (Dischmatal, Granbünden). - *Schweizerische Anstalt für das forstliche Versuchswesen. Mitteilungen*, **39**, 1.

Luppi Mosca, A. M., 1963 - Simbiosi micorrizica tra *Betula alba* L. var. *pendula* Roth ed *Hebeloma mesophaeum* (Pers. ex Fr.) Kummer. - *Giorn. Bot. Ital.*, **70**, 641.

Meyer, F. H., 1963 - *Laccaria amethystina* (Bolt. ex Fr.) Berk. et Br., ein zur Mykorrhizabildung an der Buche befähigter Pilz. - *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, **76**, 90.

Peyronel, B., 1920 - Alcuni casi di rapporti micorrizici tra boletinee ed essenze arboree. - *Le stazioni sperim. agrarie ital.*, **53**, 24.

Ritter, G., 1964 - Zur Morphologie der Mykorrhizen von *Pinus silvestris* mit *Suillus luteus*, *Amanita muscaria* und *Hebeloma mesophaeum*. - *Zeitschrift für Pilzkunde*, **30**, 89.

Schramm, J. R., 1966 - Plant colonization studies on black wastes from anthracite mining in Pennsylvania. - *Transactions of the American Philosophical Society*, **56**, 1.

Trappe, J. M., 1962 - Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. - *The Botanical Review*, **28**, 538.

Weir, J. R., 1921 - *Thelephora terrestris*, *T. fimbriata* and *T. caryophyllea* on forest tree seedlings. - *Phytopathology*, **11**, 141.

Zak, B., Bryan, W. C., 1963 - Isolation of fungal symbionts from pine mycorrhizae. - *Forest Science*, **9**, 270.